

07 JUL 2005

CT/JP2004/009179

05.7.2004

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2003年10月 7日

出願番号
Application Number: 特願2003-347944

[ST. 10/C]: [JP2003-347944]

出願人
Applicant(s): 三菱電機株式会社

RECD 26 AUG 2004

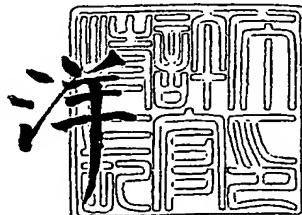
WIPO PCT

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 8月13日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

八 月



出証番号 出証特2004-3072406

【書類名】 特許願
【整理番号】 547566JP01
【提出日】 平成15年10月 7日
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 H04N 1/387
G06T 1/00

【発明者】
【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目 2番 3号 三菱電機株式会社内
【氏名】 山中 聰

【発明者】
【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目 2番 3号 三菱電機株式会社内
【氏名】 奥野 好章

【発明者】
【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目 2番 3号 三菱電機株式会社内
【氏名】 染谷 潤

【特許出願人】
【識別番号】 000006013
【氏名又は名称】 三菱電機株式会社

【代理人】
【識別番号】 100102439
【弁理士】
【氏名又は名称】 宮田 金雄

【選任した代理人】
【識別番号】 100092462
【弁理士】
【氏名又は名称】 高瀬 彌平

【手数料の表示】
【予納台帳番号】 011394
【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】
【物件名】 特許請求の範囲 1
【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1

【書類名】特許請求の範囲**【請求項 1】**

入力された画像データから補間画素の補間データを算出する画素補間回路であって、
それぞれの補間演算方法に基づいて、当該補間画素近傍に実在するテスト画素について
算出したテスト補間データと、当該補間画素について算出した補間候補データとを出力す
る複数の補間演算回路と、

前記テスト補間データと前記テスト画素における入力画像データとから前記複数の補間
演算回路の補間適性を評価し、当該評価に従って、当該複数の補間演算回路の中から選択
された一の補間演算回路が出力した補間候補データを補間データとして出力する出力回路と
を備える画素補間回路。

【請求項 2】

補間演算回路の補間適性の評価及び選択は、

各テスト画素における、テスト補間データと入力画像データとの差分の絶対値として算
出された判定データを出力する判定回路と、

当該判定データを各補間演算回路について加算した評価データの中から、最も値の小
さな評価データを選択し、当該選択された評価データを算出する基となったテスト補間データ
を出力した補間演算回路を特定し、当該特定された補間演算回路が出力した補間候補データ
を選択するための選択信号を出力する管理回路により行われること
を特徴とする請求項 1 に記載の画素補間回路。

【請求項 3】

判定データは、各テスト画素における、テスト補間データと入力画像データとの差分の絶
対値を 2 値化あるいは 3 値化された値であること

を特徴とする請求項 2 に記載の画素補間回路。

【請求項 4】

入力された画像データから補間画素の補間データを算出する画素補間方法であって、
それぞれの補間演算方法に従って、当該補間画素近傍に実在するテスト画素について算
出したテスト補間データと、当該補間画素について算出した補間候補データとを出力す
る複数の補間演算ステップと、

前記テスト補間データと前記テスト画素における入力画像データとから前記複数の補間
演算回路の補間適性を評価し、当該評価に従って、当該複数の補間演算回路の中から選択
された一の補間演算回路が出力した補間候補データを補間データとして出力する出力ステ
ップと

を備える画素補間方法。

【書類名】明細書

【発明の名称】画素補間回路及び画素補間方法

【技術分野】

【0001】

この発明は、画像関連機器の信号処理に関わるものであり、さらに詳しくは、デジタル画像データから補間画素を作成する画素補間回路および画素補間方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来の画素補間回路では、特定の補間方法、すなわち、画素補間回路毎に固定された1つの演算方法により補間画素の補間データを算出していた。ここで演算方法とは、例えば、補間画素に隣接する画素のデータの平均値から補間データを求める方法、最小自乗法を用い補間画素に隣接する画素のデータの回帰直線を求め、その回帰直線から補間データを求める方法、下記特許文献1に記載の方法のように、補間画素に隣接する4画素のデータから4次式の曲線を求め、その4次式から補間データを求める方法等である。

【0003】

【特許文献1】特開2003-101724号公報（第5～6頁、第3～5図）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

このように、従来の画素補間回路は回路毎に演算方法が固定されているので、回路毎に補間特性が異なる。したがって、画像の内容、形状等により、回路毎にそれぞれ、小さな誤差で補間処理ができる画像、すなわち得意な画像と、補間誤差が大きくなってしまう画像、すなわち不得意な画像とが存在する。つまり、従来の画素補間回路では、固定された補間方法でしか補間処理が行えなかったので、不得意な画像を補間処理しなければならない場合は、補間誤差が大きくなるという問題があった。

【0005】

この発明は、上記で説明した問題点を解消するためになされたもので、多様な種類の画像内容に対して誤差の小さな補間処理ができる画素補間回路及び画素補間方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

この発明は、入力された画像データから補間画素の補間データを算出する画素補間回路であって、

それぞれの補間演算方法に従って、補間画素近傍に実在するテスト画素について算出したテスト補間データと、補間画素について算出した補間候補データとを出力する複数の補間演算回路と、

テスト補間データとテスト画素における入力画像データとから複数の補間演算回路の補間適性を評価し、評価に従って、複数の補間演算回路の中から選択された一の補間演算回路が出力した補間候補データを補間データとして出力する出力回路とを備えることとしたものである。

【発明の効果】

【0007】

この発明は、多様な種類の画像内容に対して誤差の小さな補間処理をできる

【発明を実施するための最良の形態】

【0008】

実施の形態1.

この発明に係る画素補間回路は、補間特性の異なる複数の補間演算回路を有し、各補間演算回路から出力されたテスト補間データを評価する。そして、テスト補間データの評価

から最も補間誤差の少ないと類推される補間演算回路を特定し、特定された補間演算回路が算出した補間候補データを補間データとして出力するものである。

以下、この発明をその実施の形態を示す図面に基づいて具体的に説明する。

【0009】

図1は実施の形態1における画素補間回路の構成を示すブロック図、図2は実施の形態1における画素補間回路の画素補間処理フローを示す図である。図1、及び図2を用いて、画素補間方法のフローの概略を説明する。

まず、入力画像データD1が、補間演算回路部4を構成する第1の補間演算回路4a～第nの補間演算回路4nまでのn個の補間演算回路と判定回路2に入力される(nは2以上の整数)。なお、このn個の補間演算回路は、補間演算方法が回路毎に異なる。したがって、回路毎に異なる補間特性を有することとなる。

【0010】

次に、第1の補間演算回路4aにおいて、補間画素の周辺に実在する画素T1についてこれが欠落しているものと仮定し、周辺画素に基づいて補間されるべき仮想的な補間画素とみなしてテスト補間演算を行い、演算結果をテスト補間データTD1[T1]として判定回路2に出力する(ステップ1)。なお、以降において、仮想的に補間画素と見なしてテスト補間データを算出する画素を「テスト画素」という。判定回路2は、テスト補間データTD1[T1]と、画素T1における入力画像データD1[T1]とから、画素T1についての判定データM1[T1]を算出し、算出した判定データM1[T1]を管理回路1に出力する(ステップ2)。画素T1以外にテスト補間演算を行う画素がある場合は、ステップ1に戻る(ステップ3)。そして、画素T1に対する処理と同様、第1の補間演算回路4aは、画素T1の次の画素である画素T2についてテスト補間データTD1[T2]を算出し、判定回路2に出力する(ステップ1)。判定回路2は、テスト補間データTD1[T2]と、画素T2における入力画像データD1[T2]とから、画素T2についての判定データM1[T2]を算出し、算出した判定データM1[T2]を管理回路1に出力する(ステップ2)。ステップ1からステップ3までの処理は、最終のテスト画素Tm(mは1以上の整数)についてまで行う。

【0011】

最終のテスト画素Tmに対する、第1の補間演算回路4aによるテスト補間データの出力と、判定回路2による判定データM1[Tm]の出力とが終了した後に、本来の補間対象である補間画素Lについて補間演算を行い、演算結果を補間候補データD1として出力回路3に出力する(ステップ4)。このように、ステップ1からステップ4までの処理は1つの補間演算回路、ここでは第1の補間演算回路4aのみが関連する。

【0012】

次に、上記で説明したステップ1からステップ4の処理を行った補間演算回路以外に、まだテスト補間データ、及び補間候補データの算出を行う補間演算回路がある場合はステップ1に戻り(ステップ5)、再びテスト画素T1～Tmについてそれぞれテスト補間データ、判定データ、及び補間候補データの算出を行う。すなわち、ステップ1からステップ4までの処理を、第2の補間演算回路4b～第nの補間演算回路nまでのすべての補間演算回路にて行う。したがって、補間演算回路毎に、テスト補間データTD2[T1]～TD2[Tm]、判定データM2[T1]～M2[Tm]、補間候補データD2、…、テスト補間データTDn[T1]～TDn[Tm]、判定データMn[T1]～Mn[Tm]、補間候補データDnがそれぞれ算出される。

【0013】

次に、判定データから補間演算回路毎の評価データを算出する。具体的には、管理回路1が、判定データM1[T1]～M1[Tm]を用いて、第1の補間演算回路4aについて評価データS1を算出する。同様に、判定データM2[T1]～M2[Tm]を用いて、第2の補間演算回路4bについての評価データS2を算出する。このような処理により、管理回路1が評価データS1～S2までを算出する。そして、評価データS1～S2の中から、最も補間適性が高い評価データSxを選択し、その評価データSxを算出した

する基となったテスト補間データを出力した補間演算回路4 xを特定する。そして、管理回路1は、特定された補間演算回路4 xから出力された補間候補データD xを出力回路3が選択するための選択信号Cを出力する（ステップ6）。

【0014】

上記で説明したように、ステップ6では、テスト画素全体についての補間適性が最も高い補間演算回路を選択する。これは、テスト画素全体についての補間適性が最も高い補間演算回路は、補間画素Lに対する補間適性も高いと類推できるからである。

【0015】

そして、出力回路3は、選択信号Cに基づいて、ステップ6で特定された補間演算回路4 xが output した補間候補D xデータを補間データD 0として出力する（ステップ7）。

【0016】

ステップ1からステップ7の処理が最後の補間画素について終了するまで、補間データの出力を行う（ステップ8）。

【0017】

以下、主に図3～図7を用いて、画素補間方法のフローの詳細を説明する。図3（a）・（b）は、第1の補間演算回路4 a～第nの補間演算回路4 nと、判定回路2とに入力される入力画像データD Iを示す図であり、補間画素とテスト画素との位置関係を示す。図3において、○は実在する画素、×は補間演算処理により算出する補間画素を示す。図4は、図2におけるステップ2の判定処理を詳細に説明した処理フローを示す図である。図6は、図2におけるステップ6の判定データの評価処理を詳細に説明した処理フローを示す図である。

【0018】

この実施の形態では、図3におけるT 1～T m（この場合、m=2 k）で示した実在する画素をテスト画素と定める。なお、テスト画素とは、上記で説明したように、補間画素の周辺に実在する画素であって、仮想的に補間画素と見なしてテスト補間データを算出する画素のことである。図3（a）は、補間画素Lを中心として一次元的に左右両側にk個ずつのテスト画素を設定した例である。なお、テスト画素は補間画素に対して左右不均等に設定しても良く、左右のどちらか片方だけ設定しても良い。また、図3（b）のように、2次元的に設定しても良い。

【0019】

まず、入力画像データD Iが入力された第1の補間演算回路4 aは、テスト画素T 1を仮想的に補間画素と見なした場合のテスト補間データTD 1 [T 1]を算出し、判定回路2に出力する（ステップ1）。判定回路2は、テスト補間データTD 1 [T 1]と、テスト画素T 1における入力画像データD I [T 1]との差分の絶対値を求め、判定データM 1 [T 1]を算出する（ステップ2 1）。したがって、判定データM 1 [T 1]を数式により表現すると、

$$M 1 [T 1] = | T D 1 [T 1] - D I [T 1] |$$

となる。判定回路2は、判定データM 1 [T 1]を管理回路1に出力する（ステップ2 2）。

【0020】

ここで、判定データM 1 [T 1]の値が小さい場合は、テスト補間データが入力画像データに近いこと、即ち、テスト画素T 1に対する第1の補間演算回路4 aの補間演算方法の補間適性が高いことを示す。逆に、判定データM 1 [T 1]の値が大きい場合は、テスト画素T 1に対する第1の補間演算回路4 aの補間演算方法の補間適性が低いことを示す。すなわち、判定データM 1 [T 1]の値の大小により、テスト画素T 1に対する第1の補間演算回路4 aの補間適性を判断することができる。

【0021】

次に、テスト画素T 1以外の画素、具体的にはテスト画素T 2に対してもテスト画素T 1の場合と同様に、第1の補間演算回路4 aは、テスト画素T 2を仮想的に補間画素と見なした場合のテスト補間データTD 1 [T 2]を算出し、判定回路2に出力する（ステッ

プ3、ステップ1）。判定回路2は、テスト補間データTD1[T2]と、テスト画素T2における入力画像DI[T2]との差分の絶対値を求め、判定データM1[T2]を算出する（ステップ21）。したがって、判定データM1[T2]を数式により表現すると

$$M1[T2] = | TD1[T2] - DI[T2] |$$

となる。判定回路2は、判定データM1[T2]を管理回路1に出力する（ステップ22）。判定データM1[T1]の値の大小により、テスト画素T1に対する第1の補間演算回路4aの補間適性を判断することができた場合と同様、判定データM1[T2]の値の大小によって、テスト画素T2に対する第1の補間演算回路4aの補間適性を判断することができる。

【0022】

第1の補間演算回路4aは、残りのテスト画素T3～Tmについてもテスト画素T1、T2の場合と同様に、テスト補間データTD1[T3]～TD1[Tm]を算出し、判定回路2に出力する。判定回路2は、テスト補間データTD1[T3]～TD1[Tm]と各テスト画素における入力画像データDI[T3]～DI[Tm]との差分の絶対値を求め、判定データM1[T3]～M1[Tm]を算出する。判定データM1[T3]～M1[Tm]を数式により表現すると、それぞれ、

$$M1[T3] = | TD1[T3] - DI[T3] |$$

～

$$M1[Tm] = | TD1[Tm] - DI[Tm] |$$

となる。そして、判定回路2は、判定データM1[T3]～M1[Tm]を管理回路1に出力する。なお、テスト画素T1、T2の場合と同様、各判定データM1[T3]～M1[Tm]の値の大小により、各テスト画素T3～Tmに対する第1の補間演算回路4aの補間適性を判断することができる。

【0023】

すべてのテスト画素T1～Tmについてテスト補間データを算出した後、補間演算回路4aは、本来の補間対象である補間画素Lについての補間候補データD1を算出し、出力回路3に出力する（ステップ4）。

【0024】

次に、上記で説明した第1の補間演算回路4aにおける処理と同様に、入力画像データDIが入力された第2の補間演算回路4bは、テスト画素T1を仮想的に補間画素と見なした場合のテスト補間データTD2[T1]を算出し、判定回路2に出力する（ステップ5、ステップ1）。判定回路2は、テスト補間データTD2[T1]と、テスト画素T1における入力画像DIのデータDI[T1]との差分の絶対値を求め、判定データM2[T1]を算出する（ステップ21）。したがって、判定データM2[T1]を数式により表現すると、

$$M2[T1] = | TD2[T1] - DI[T1] |$$

となる。そして、判定回路2は、判定データM2[T1]を管理回路1に出力する（ステップ22）。第1の補間演算回路4aを用いて判定データM1を算出した場合と同様、判定データM2[T1]の値の大小により、テスト画素T1に対する第2の補間演算回路4bの補間適性を判断することができる。

【0025】

同様に、第2の補間演算回路4bは、他の残りのテスト画素T2～Tmに対してもテスト補間データTD2[T2]～TD2[Tm]を算出し、判定回路2に出力する。判定回路2は、各テスト補間データと各テスト画素における入力画像データの差分の絶対値を求め、判定データM2[T2]～M2[Tm]を算出する（ステップ21）。判定回路2は、判定データM2[T2]～M2[Tm]を管理回路1に出力する（ステップ22）。

【0026】

すべてのテスト画素T1～Tmについてテスト補間データを算出した後、補間演算回路4bは、本来の補間対象である補間画素Lについての補間候補データD2を算出し、出力

回路3に出力する（ステップ4）。

【0027】

第1の補間演算回路4a、第2の補間演算回路4bにおける処理と同様に、残りの第3の補間演算回路4c～第nの補間演算回路4nもそれぞれ、テスト画素T1～Tmについてテスト補間データTD3[T1]～TD3[Tm]、TD4[T1]～TD4[Tm]、…、TDn[T1]～TDn[Tm]を算出し、判定回路2に出力する。判定回路2は、テスト補間データと入力画像データとから、判定データM3[T1]～M3[Tm]、M4[T1]～M4[Tm]、…、Mn[T1]～Mn[Tm]をそれぞれ算出し、管理回路1に出力する。そして、第3の補間演算回路4c～第nの補間演算回路4nは、本来の補間対象である補間画素Lについてのそれぞれの補間候補データD3～Dnを算出し、出力回路3に出力する。

【0028】

このように、すべてのテスト画素T1～Tmに対し、第1の補間演算回路4a～第nの補間演算回路4nが、テスト補間データ及び補間候補データを算出するとともに、判定回路2が判定データを算出する。図5は、テスト画像T1～Tmと、第1の補間演算回路4a～第nの補間演算回路4nが output した判定データとの対応をまとめた表である。

【0029】

判定データが入力された管理回路1は、テスト画素全体に対する第1の補間演算回路4aの補間適性を評価するために、図5の第1列目に記載されている判定データM1[T1]～M1[Tm]を加算し、第1の補間演算回路4aの評価データS1を算出する（ステップ61）。したがって、評価データS1を数式により表現すると、

$$S1 = M1[T1] + M1[T2] + \dots + M1[Tm]$$

となる。なお、上記で説明したように、判定データの値の大小から、それぞれのテスト画素に対するそれぞれの補間演算回路の補間適性を判断することができる。したがって、個々の判定データを加算した評価データS1の値の大小により、テスト画素全体に対する第1の補間演算回路4aの補間適性を判断することができる。

【0030】

同様に、管理回路1は、テスト画素全体に対する第2の補間演算回路4b～第nの補間演算回路4nの補間適性を評価するために、それぞれ、図5の該当する列の判定データを加算し、評価データS2～Snを算出する（ステップ62）。評価データS1～Snを数式により表現すると、

$$S2 = M2[T1] + M2[T2] + \dots + M2[Tm]$$

～

$$Sn = Mn[T1] + Mn[T2] + \dots + Mn[Tm]$$

となる。このように、補間回路毎の判定データを加算し、評価データを算出することにより、テスト画素全体に対する補間回路毎の補間適性を判断することができる。図7は、第1の補間演算回路4a～第nの補間演算回路4nと、評価データS1～Snとの対応をまとめた表である。

【0031】

上記で説明したように、評価データの値が小さい補間演算回路ほど、補間画素L近傍のテスト画素全体に対する補間適性が高いので、補間画素Lに対する補間適性も高いと類推できる。したがって、管理回路1は、評価データS1～Snの中から最も値の小さな評価データSxを選び（ステップ63）、その評価データを算出する基となった補間演算回路4xを特定する（ステップ64）。さらに管理回路1は、出力回路3が、すべての補間候補データD1～Dnの中から、特定された補間演算回路4xが output した補間候補データDxを選択し、補間データD0として出力するための選択信号Cを出力する（ステップ65）。

【0032】

出力回路3は、選択信号Cに基づいて、第1の補間演算回路～第nの補間演算回路が output した補間候補データD1～Dnの中から特定された補間演算回路4xが output した補間候

補データ D x を選択し、補間データ D 0 として出力する（ステップ 7）。

【0033】

次に、具体的な例を用いて説明する。図 8 は、図 1 の補間演算回路部 4 として左右平均補間演算回路 5 と右斜め平均補間演算回路 6 とした画素補間回路の構成を示すブロック図である。すなわち、図 8 に示された画素補間回路は、管理回路 1、判定回路 2、出力回路 3、左右平均補間演算回路 5、及び右斜め平均補間演算回路 6 とにより構成される。

【0034】

図 9 は、右斜めの輪郭を含む画像であり、図において○及び●は実存する画素を示し、×は補間画素を示す。また、○は濃度データの値が 255 の画素を示し、●は濃度データの値が 0 の画素を示す。なお、画素の濃度値は 0 から 255 の 256 段階に分けられ、8 ビットのデータで表される。図 9 (a) は補間画素を含まない画像であり、例えば、コピー元である原紙の画像の状態を示す。図 9 (b) は、図 9 (a) の画像をコピー機により取り込んだ時のデジタル画像データを示し、画素列 L L しがコピー機に取り込まれない状態を示している。したがって、画素列 L L を補間処理により補間する必要がある。つまり、図 8 に示す画素補間回路には、コピー機により取り込まれた図 9 (b) に示す画像が、画像データ D I として入力される。また、図 9 (b) に示すように、テスト画素 T 1 ~ T 4 として、補間画素 L を中心に左右にそれぞれ 2 個ずつ 1 次元的に設定する。

【0035】

図 10 を用い、左右平均補間演算回路 5 と右斜め平均補間演算回路 6 の補間演算方法を説明する。図 10 の画素 L における濃度データ値を X L 、画素 A ~ F における濃度データ値をそれぞれ X A ~ X F とすると、左右平均補間演算回路 5 の補間演算方法は、画素 B と画素 E との平均値

$$X L = (X B + X E) / 2$$

となる。また、右斜め平均補間演算回路 6 の補間演算方法は、画素 C と画素 D との平均値

$$X L = (X C + X D) / 2$$

となる。

【0036】

図 11、及び図 12 は、テスト画素 T 1 ~ T 4 、及び補間画素 L における左右平均補間演算回路 5 、右斜め平均補間演算回路 6 、および判定回路 2 の処理を説明するための図である。図 11 (a) は、テスト画素 T 1 における左右平均補間演算回路 5 のテスト補間データを算出する場合を示す図であり、図 11 (b) は、テスト画素 T 2 における左右平均補間演算回路 5 のテスト補間データを算出する場合を示す図であり、図 11 (c) は、テスト画素 T 3 における左右平均補間演算回路 5 のテスト補間データを算出する場合を示す図であり、図 11 (d) は、テスト画素 T 4 における左右平均補間演算回路 5 のテスト補間データを算出する場合を示す図であり、図 11 (e) は、補間画素 L における左右平均補間演算回路 5 の補間候補データを算出する場合を示す図である。

【0037】

同様に、図 12 (a) ~ (e) は、それぞれテスト画素 T 1 ~ T 4 における右斜め平均補間演算回路 6 のテスト補間データを算出する場合を示す図、及び補間画素 L における右斜め平均補間演算回路 6 の補間候補データを算出する場合を示す図である。

【0038】

図 11 (a) に示すように、左右平均補間演算回路 5 は、画素 T 1 B および画素 T 1 E における各濃度データ値の平均値をテスト画素 T 1 のテスト補間データ T D 1 [T 1] として算出する。ここでは上記で説明したように、画素 T 1 B の濃度データ値を 255 、画素 T 1 E の濃度データ値を 255 としているので、テスト補間データ T D 1 [T 1] は、

$$T D 1 [T 1] = (T 1 B + T 1 E) / 2 = (255 + 255) / 2 = 255$$

となる。左右平均補間演算回路 5 は、テスト補間データ T D 1 [T 1] を判定回路 2 に出力する。テスト補間データ T D 1 [T 1] が入力された判定回路 2 は、テスト補間データ T D 1 [T 1] と、テスト画素 T 1 における入力画像 D I のデータ D I [T 1] との差分の絶対値を算出し、判定データ M 1 [T 1] として管理回路 1 に出力する。テスト補間データ

ータ $TD1[T1] = 255$ 、入力画像データ $DI[T1] = 255$ であるので、判定データ $M1[T1]$ の値は、
 $M1[T1] = |TD1[T1] - DI[T1]| = |255 - 255| = 0$
 となる。

【0039】

同様に、図11 (b) に示す場合も、左右平均補間演算回路5は、画素 $T2B$ および画素 $T2E$ における各濃度データ値の平均値をテスト画素 $T2$ のテスト補間データ $TD1[T2]$ として算出する。画素 $T2B$ の濃度データ値を 255 、画素 $T2E$ の濃度データ値を 0 としているので、テスト補間データ $TD1[T2]$ は、

$TD1[T2] = (T2B + T2E) / 2 = (255 + 0) / 2 = 127.5$
 となる。判定回路2は、テスト補間データ $TD1[T2]$ と、テスト画素 $T2$ における入力画像 DI のデータ $DI[T2]$ との差分の絶対値を判定データ $M1[T2]$ として算出する。テスト補間データ $TD1[T2] = 127.5$ 、入力画像データ $DI[T2] = 255$ であるので、判定データ $M1[T2]$ は、

$M1[T2] = |TD1[T2] - DI[T2]| = |127.5 - 255| = 127.5$
 となる。

【0040】

さらに、図11 (c) に示す場合も、左右平均補間演算回路5は、画素 $T3B$ および画素 $T3E$ における各濃度データ値の平均値をテスト画素 $T3$ のテスト補間データ $TD1[T3]$ として算出する。判定回路2は、テスト補間データ $TD1[T3]$ と入力画像データ $DI[T3]$ とから判定データ $M1[T3]$ を算出する。テスト画素データ $TD1[T3]$ は、

$TD1[T3] = (T3B + T3E) / 2 = (255 + 0) / 2 = 127.5$
 となり、判定データ $M1[T3]$ は、

$M1[T3] = |TD1[T3] - DI[T3]| = |127.5 - 0| = 127.5$
 となる。

【0041】

図11 (d) に示す場合も、左右平均補間演算回路5は、画素 $T4B$ および画素 $T4E$ における各濃度データ値の平均値をテスト画素 $T4$ のテスト補間データ $TD1[T4]$ として算出する。判定回路2は、テスト補間データ $TD1[T4]$ と入力画像データ $DI[T4]$ とから判定データ $M1[T4]$ を算出する。テスト補間データ $TD1[T4]$ は、

$TD1[T4] = (T4B + T4E) / 2 = (0 + 0) / 2 = 0$
 となり、判定データ $M1[T4]$ は、

$M1[T4] = |TD1[T4] - DI[T4]| = |0 - 0| = 0$
 となる。

【0042】

補間画素 L の補間補間データ $D1$ については、図11 (e) に示すように、左右平均補間演算回路5が、画素 LB および画素 LE の各濃度データ値の平均値を補間画素 L の補間候補データ $D1$ として出力する。画素 LB の濃度データ値は 255 、画素 LE の濃度データ値は 0 であるので、補間データ $D1$ は

$D1 = (LB + LE) / 2 = (255 + 0) / 2 = 127.5$
 となる。

【0043】

次に、図12 (a) ~ 図12 (e) を用い、テスト画素 $T1$ ~ $T4$ 、及び補間画素 L に対する右斜め平均補間演算回路6、判定回路2の処理について説明する。

【0044】

図12 (a) に示すように、右斜め平均補間演算回路6は、画素 $T1C$ および画素 $T1D$ における各濃度データ値の平均値をテスト画素 $T1$ のテスト補間データ $TD1[T1]$ として算出する。ここでは上記で説明したように、画素 $T1C$ の濃度データ値を 255 、

画素T1Dの濃度データ値を255としているので、テスト補間データTD2[T1]は
 $TD2[T1] = (T1C + T1D) / 2 = (255 + 255) / 2 = 255$
 となる。右斜め平均補間演算回路6は、テスト補間データTD1[T1]を判定回路2に出力する。テスト補間データTD2[T1]が入力された判定回路2は、テスト補間データTD2[T1]と、テスト画素T1における入力画像DIのデータDI[T1]との差分の絶対値を算出し、判定データM2[T1]として管理回路1に出力する。テスト補間データTD2[T1] = 255、入力画像データDI[T1] = 255であるので、判定データM2[T1]の値は

$$M2[T1] = |TD2[T1] - DI[T1]| = |255 - 255| = 0$$

となる。

【0045】

同様に、図12(b)に示す場合も、右斜め平均補間演算回路6は、画素T2Cおよび画素T2Dにおける各濃度データ値の平均値をテスト画素T2のテスト補間データTD2[T2]として算出する。画素T2Cの濃度データ値を255、画素T2Dの濃度データ値を0としているので、テスト補間データTD2[T2]は

$$TD2[T2] = (T2C + T2D) / 2 = (255 + 0) / 2 = 127.5$$

となる。判定回路2は、テスト補間データTD2[T2]と、テスト画素T2における入力画像DIのデータDI[T2]との差分の絶対値を判定データM2[T2]として算出する。テスト補間データTD2[T2] = 127.5、入力画像データDI[T2] = 255であるので、判定データM2[T2]は

$$M2[T2] = |TD2[T2] - DI[T2]| = |127.5 - 255| = 127.5$$

となる。

【0046】

さらに、図12(c)に示す場合も、右斜め平均補間演算回路6は、画素T3C、および画素T3Dの各濃度データ値の平均値をテスト画素T3のテスト補間データTD2[T3]として算出する。判定回路2は、テスト補間データTD2[T3]と入力画像データDI[T3]とから判定データM2[T3]を算出する。テスト画素データTD2[T3]は、

$$TD1[T3] = (T3C + T3D) / 2 = (0 + 0) / 2 = 0$$

となり、判定データM2[T3]は、

$$M2[T3] = |TD2[T3] - DI[T3]| = |0 - 0| = 0$$

となる。

【0047】

図12(d)に示す場合も、右斜め平均補間演算回路6は、画素T4Cおよび画素T4Dにおける各濃度データ値の平均値をテスト画素T4のテスト補間データTD2[T4]として算出する。判定回路2は、テスト補間データTD2[T4]と入力画像データDI[T4]とから判定データM2[T4]を算出する。テスト補間データTD2[T4]は、

$$TD2[T4] = (T4C + T4D) / 2 = (0 + 0) / 2 = 0$$

となり、判定データM2[T4]は、

$$M2[T4] = |TD2[T4] - DI[T4]| = |0 - 0| = 0$$

となる。

【0048】

補間画素Lの補間候補データD2については、図12(e)に示すように、右斜め平均補間演算回路6が、画素LCおよび画素LDの各濃度データ値の平均値を欠落画素Lの補間候補データD2として出力する。画素LCの濃度データ値は0、画素LEの濃度データ値は0であるので、補間データD2は

$$D2 = (LC + LD) / 2 = (0 + 0) / 2 = 0$$

となる。

【0049】

図13は、テスト画素T1～T4における判定データM1、M2の値を示した図である。

【0050】

次に、判定データM1、M2に対する管理回路1の処理について説明する。管理回路1は、テスト画素T1～T4に対する左右平均補間演算回路5の補間適性を評価するために、テスト画素T1～T4までの判定データM1[T1]～M1[T4]を加算し、評価データS1を算出する。したがって、評価データS1は、

$$\begin{aligned} S1 &= M1[T1] + M1[T2] + M1[T3] + M1[T4] \\ &= 0 + 127.5 + 127.5 + 0 = 255 \end{aligned}$$

となる。

【0051】

同様に、管理回路1はテスト画素T1～T4に対する右斜め平均補間演算回路6の補間適性を評価するために、テスト画素T1～T4までの判定データM2[T1]～M2[T4]を加算し、評価データS2を算出する。したがって、評価データS2は、

$$\begin{aligned} S2 &= M2[T1] + M2[T2] + M2[T3] + M2[T4] \\ &= 0 + 127.5 + 0 + 0 = 127.5 \end{aligned}$$

となる。

【0052】

図14は、左右平均補間演算回路5の評価データS1と、右斜め平均補間演算回路6の評価データS2の値を示した図である。

【0053】

評価データの値が小さい補間演算回路ほど、補間画素L近傍のテスト画素全体に対する補間適性が高いので、補間画素Lに対する補間適性も高いと類推できる。したがって、管理回路1は評価データS1及びS2の中から最も値の小さいS2を選択し、評価データS2を算出した右斜め平均補間演算回路6を特定する。そして、管理回路1は、右斜め平均補間演算回路6により算出された補間画素Lの補間候補データD2を出力回路3が選択するための選択信号Cを出力する。

【0054】

出力回路3は、選択信号Cに基づいて、右斜め平均補間演算回路6が输出した補間候補データD2=0を補間データD0=0として出力する。

【0055】

図9(a)に示したように、原画像における画素Lの濃度データ値は0である。したがって、補間データD0として左右平均補間演算回路5が算出した補間候補データD1=127.5を採用していた場合よりも、右斜め平均補間演算回路6が算出した補間候補データD2を補間データD0として出力する場合の方が、補間誤差が小さいことが分かる。

【0056】

このように、本実施の形態に係る画素補間回路は、補間特性の異なる左右平均補間演算回路5と右斜め平均補間演算回路6を有すること、補間画素近傍に実在するテスト画素に対するテスト補間データを基に補間適性を評価することに特徴を有する。そして、テスト画素に対する補間適性が高い補間演算回路は補間画素に対する補間適性も高いと類推し、この補間演算回路が算出した補間候補データを補間データとして出力することにも特徴がある。これらの特徴を有することにより、本実施の形態に係る画素補間回路は、補間誤差の小さい画素補間処理を行うことができる。

【0057】

実施の形態2。

本実施の形態では、実施の形態1で説明した図8の画素補間回路の補間演算回路部4において、補間特性の異なる補間演算回路を追加して構成した場合を説明する。図15は、実施の形態2における画素補間回路の構成を示すブロック図であり、図8に示した実施の形態1の画素補間回路の補間演算回路部4に、左斜め平均補間演算回路7を追加して構成

している。左斜め平均補間演算回路7は、左右平均補間演算回路5、右斜め平均補間演算回路6とともに、入力された入力画像DIに基づいて補間演算を行い、補間候補データD3を出力回路3に出力すると共に、テスト補間データTD3を判定回路2に出力する。判定回路2はテスト補間データTD1、TD2、TD3に基づいて演算を行い、それぞれ判定データM1、M2、M3を出力する。管理回路1は、判定データM1、M2、M3に基づいて評価データS1、S2、S3の演算を行い、補間誤差の最も小さいと類推される補間演算回路を特定し、選択信号Cを出力回路3に出力する。出力回路3は選択信号Cに基づいて補間演算回路を特定し、特定された補間演算回路が出力した補間候補データを選択し、補間データD0として出力する。

【0058】

次に、具体的な例を用いて実施の形態2に係る画素補間演算回路の処理について説明する。図16は左斜めの輪郭を含む画像であり、図において○及び●は実存する画素を示し、×は補間画素を示す。また、○は濃度データの値が255の画素を示し、●は濃度データの値が0の画素を示す。図16(a)は補間画素を含まない画像であり、例えば、コピー元である原紙の画像の状態を示す。図16(b)は、図16(a)の画像をコピー機により取り込んだ時のデジタル画像データを示し、画素列L1がコピー機に取り込まれない状態を示している。したがって、画素列L1を補間処理により補間する必要がある。つまり、図15に示す画素補間回路には、コピー機により取り込まれた図16(b)に示す画像が、画像データDIとして入力される。また、図16(b)に示すように、テスト画素T1～T4として、補間画素L1を中心に左右にそれぞれ2個ずつ1次元的に設定する。

【0059】

図10を用い、左斜め平均補間演算回路7の補間演算方法を説明する。図10の画素Lにおける濃度データ値をXL、画素A～Fにおける濃度データ値をそれぞれXA～XFとすると、左右平均補間演算回路7の補間演算方法は、画素Bと画素Eの平均値

$$XL = (XA + XF) / 2$$

となる。

【0060】

図17は、テスト画素T1～T4、および補間画素Lにおける左斜め平均補間演算回路7、および判定回路2の処理を説明するための図である。図17(a)～(e)は、それぞれテスト画素T1～T4における左斜め平均補間演算回路7のテスト補間データを算出する場合を示す図、及び補間画素Lにおける左斜め平均補間演算回路7の補間候補データを算出する場合を示す図である。

【0061】

図17(a)に示すように、左斜め平均補間演算回路7は、画素T1Aおよび画素T1Fにおける各濃度データ値の平均値をテスト画素T1のテスト補間データTD3[T1]として算出する。ここでは上記で説明したように、画素T1Aの濃度データ値を255、画素T1Fの濃度データ値を0としているので、テスト補間データTD3[T1]は、

$$TD3[T1] = (T1A + T1F) / 2 = (255 + 255) / 2 = 255$$

となる。左斜め平均補間演算回路7は、テスト補間データTD3[T1]を判定回路2に出力する。テスト補間データTD3[T1]が入力された判定回路2は、テスト補間データTD3[T1]と、テスト画素T1における入力画像DIのデータDI[T1]との差分の絶対値を算出し、判定データM3[T1]として管理回路1に出力する。テスト補間データTD3[T1] = 255、入力画像データDI[T1] = 255であるので、判定データM3[T1]の値は、

$$M3[T1] = |TD3[T1] - DI[T1]| = |255 - 255| = 0$$

【0062】

同様に、図17(b)に示す場合も、左斜め平均補間演算回路7は、画素T2Aおよび画素T2Fにおける各濃度データ値の平均値をテスト画素T2のテスト補間データTD3[T2]として算出する。画素T2Aの濃度データ値を255、画素T2Fの濃度データ

値を0としているので、テスト補間データTD3[T2]は

$TD3[T2] = (T2A + T2F) / 2 = (255 + 0) / 2 = 127.5$
 となる。判定回路2は、テスト補間データTD3[T2]と、テスト画素T2における入力画像DIのデータDI[T2]との差分の絶対値を判定データM3[T2]として算出する。テスト補間データTD3[T2] = 127.5、入力画像データDI[T2] = 255あるので、判定データM3[T2]は

$M3[T2] = |TD3[T2] - DI[T2]| = |127.5 - 255| = 127.5$
 となる。

【0063】

さらに、図17(c)に示す場合も、左斜め平均補間演算回路7は、画素T3Aおよび画素T3Fにおける各濃度データ値の平均値をテスト画素T3のテスト補間データTD3[T3]として算出する。判定回路2は、テスト補間データTD3[T3]と入力画像データDI[T3]とから判定データM3[T3]を算出する。テスト画素データTD3[T3]は、

$TD3[T3] = (T3A + T3F) / 2 = (0 + 0) / 2 = 0$
 となり、判定データM3[T3]は、

$M3[T3] = |TD3[T3] - DI[T3]| = |0 - 0| = 0$
 となる。

【0064】

図17(d)に示す場合も、左斜め平均補間演算回路7は、画素T4Aおよび画素T4Fにおける各濃度データ値の平均値をテスト画素T4のテスト補間データTD3[T4]として算出する。判定回路2は、テスト補間データTD3[T4]と入力画像データDI[T4]とから判定データM3[T4]を算出する。テスト画素データTD3[T4]は、

$TD3[T4] = (T4A + T4F) / 2 = (0 + 0) / 2 = 0$
 となり、判定データM3[T4]は、

$M3[T4] = |TD3[T4] - DI[T4]| = |0 - 0| = 0$
 となる。

【0065】

補間画素Lの補間候補データD3については、図17(e)に示すように、左斜め平均補間演算回路7が、画素LAおよび画素LFの各濃度データ値の平均値を補間画素Lの補間候補データD3として出力する。画素LAの濃度データ値は0、画素LEの濃度データ値は0であるので、補間データD3は

$D3 = (LA + LF) / 2 = (0 + 0) / 2 = 0$
 となる。

【0066】

左右平均補間演算回路5、及び右斜め平均補間演算回路6も左斜め平均補間演算回路7と同様に、補間候補データ、テスト補間データを算出し、判定回路2はそれぞれの回路から出力されたテスト補間データを基に判定データの算出を行う。ただし、左右平均補間演算回路5、及び右斜め平均補間演算回路6における処理については、実施の形態1において図11および図12を用いて説明しているので、ここでは詳細を省略する。なお、左右平均補間演算回路5から出力される補間画素の補間候補データD1の値は127.5、右斜め平均補間演算回路6から出力される補間画素の補間候補データD2の値は127.5である。

図18は、テスト画素T1～T4における判定データM1、M2、M3の値を示した図である。

【0067】

次に、判定データM1、M2、M3に対する管理回路1の処理について説明する。管理回路1は、テスト画素T1～T4に対する左右平均補間演算回路5の補間適性を評価する

ために、テスト画素T1～T4までの判定データM1[T1]～M1[T4]を加算し、評価データS1を算出する。したがって、評価データS1は、

$$\begin{aligned} S1 &= M1[T1] + M1[T2] + M1[T3] + M1[T4] \\ &= 0 + 127.5 + 127.5 + 0 = 255 \end{aligned}$$

となる。

【0068】

同様に、管理回路1はテスト画素T1～T4に対する右斜め平均補間演算回路6の補間適性を評価するために、テスト画素T1～T4までの判定データM2[T1]～M2[T4]を加算し、評価データS2を算出する。したがって、評価データS2は、

$$\begin{aligned} S2 &= M2[T1] + M2[T2] + M2[T3] + M2[T4] \\ &= 127.5 + 127.5 + 127.5 + 0 = 382.5 \end{aligned}$$

となる。

【0069】

さらに、管理回路1はテスト画素T1～T4に対する左斜め平均補間演算回路7の補間適性を評価するために、テスト画素T1～T4までの判定データM3[T1]～M3[T4]を加算し、評価データS3を生成する。したがって、評価データS3は、

$$\begin{aligned} S3 &= M3[T1] + M3[T2] + M3[T3] + M3[T4] \\ &= 0 + 127.5 + 0 + 0 = 127.5 \end{aligned}$$

となる。

【0070】

図19は、左右平均補間演算回路5の評価データS1と、右斜め平均補間演算回路6の評価データS2と、左斜め平均補間演算回路7の評価データS3の値を示した図である。

【0071】

評価データの値が小さい補間演算回路ほど、補間画素L近傍のテスト画素全体に対する補間適性が高いので、補間画素Lに対する補間適性も高いと類推できる。したがって、管理回路1は評価データS1～S3の中から最も値の小さいS3を選択し、評価データS3を出力した左斜め平均補間演算回路7を特定する。そして、管理回路1は、左斜め平均補間演算回路7により算出された補間画素Lの補間候補データD3を出力回路3が選択するための選択信号Cを出力する。

【0072】

出力回路3は、選択信号Cに基づいて、左斜め平均補間演算回路7が出力した補間候補データD3=0を補間データD0=0として出力する。

【0073】

図16(a)に示したように、原画像における画素Lの濃度データ値は0である。したがって、補間データD0として左右平均補間演算回路5が算出した補間候補データD1=127.5、右斜め平均補間演算回路6が算出した補間候補データD2=127.5を採用していた場合よりも、左斜め補間演算回路7が算出した補間候補データD2を補間データD0として出力する場合の方が、補間誤差が小さいことが分かる。

【0074】

このように、本実施の形態に係る画素補間回路は、実施の形態1の補間演算回路部4に左斜め平均補間演算回路7を追加することにより、左斜めの輪郭の画像が入力された場合でも、補間誤差の小さな補間処理を行うことができる。すなわち、多様な種類の画像内容に対して誤差の小さな補間処理ができる。

【0075】

また、本実施の形態に係る画素補間回路は図15に示したように、図8に示した実施の形態1に係る画素補間回路の補間演算回路部4内に、左斜め平均補間演算回路7を追加したものである。すなわち、画素補間回路全体の構成を大きく変えること無く補間演算回路を追加することができる。同様に、画素補間回路全体の構成を大きく変えること無く補間演算回路を削除することも可能である。

【0076】

実施の形態3.

本実施の形態では、実施の形態1で説明した図8の画素補間回路の判定回路2において、データ量を削減した判定データを用いる場合を説明する。なお、本実施の形態に係る画素補間回路の構成は、図8の画素補間回路と同じである。

【0077】

すなわち、判定回路2は、各補間演算回路から入力されたテスト補間データと、テスト画素における入力画像データとの差分との絶対値を算出し、算出した値を2つのしきい値を用いて3値化し、3値化した値を判定データとして管理回路1に出力する。この3値化処理により、データ量の削減が可能となる。

【0078】

本実施の形態における判定回路2の処理について説明する。判定処理回路2は、第1の補間演算回路4aが出力するテスト補間データTD1[T1]と、テスト画素T1における入力画像DIのデータDI[T1]との差分の絶対値を算出し、算出した値を2つのしきい値TH1およびTH2(0≤TH1<TH2)を用いて3値化し、3値化した値を判定データM1[T1]として出力する。すなわち、判定データM1[T1]は

$$0 \leq |TD1[T1] - DI[T1]| < TH1$$

が成立する場合、M1[T1] = -1、

$$TH1 \leq |TD1[T1] - DI[T1]| < TH2$$

が成立する場合、M1[T1] = 0、

$$TH2 \leq |TD1[T1] - DI[T1]|$$

が成立する場合、M1[T1] = 1

となる。

【0079】

判定データM1[T1]の値が小さい場合、即ちM1[T1] = -1の場合は、テスト補間データが入力画像データに近いこと、即ち、テスト画素T1に対する第1の補間演算回路4aの補間演算方法の補間適性が高いことを示す。逆に、判定データM1[T1]の値が大きい場合は、テスト画素T1に対する第1の補間演算回路4aの補間演算方法の補間適性が低いことを示す。つまり、実施の形態1の場合と同様、判定データM1[T1]の値の大小により、テスト画素T1に対する第1の補間演算回路4aの補間適性を判断することができると同時に、判定データM1[T1]のデータ量を削減することができる。

【0080】

同様に、判定回路2は、第1補間演算回路4aが出力する、テスト画素T2～Tmについてのテスト補間データTD1[T2]～TD1[Tm]に対しても、それぞれのテスト画素に対応する入力画像DIのデータDI[T2]～DI[Tm]との差分の絶対値を算出し、算出した値を2つのしきい値TH1およびTH2を用いて3値化し、3値化した値を判定データM1[T2]～M1[Tm]として出力する。すなわち、判定データM1[T2]～M1[Tm]は

$$0 \leq |TD1[T2] - DI[T2]| < TH1$$

が成立する場合、M1[T2] = -1、

$$TH1 \leq |TD1[T2] - DI[T2]| < TH2$$

が成立する場合、M1[T2] = 0、

$$TH2 \leq |TD1[T2] - DI[T2]|$$

が成立する場合、M1[T2] = 1

～

$$0 \leq |TD1[Tm] - DI[Tm]| < TH1$$

が成立する場合、M1[Tm] = -1、

$$TH1 \leq |TD1[Tm] - DI[Tm]| < TH2$$

が成立する場合、M1[Tm] = 0、

$$TH2 \leq |TD1[Tm] - DI[Tm]|$$

が成立する場合、M1[Tm] = 1

となる。判定データM1 [T1] の場合と同様、各判定データM1 [T2] ~M1 [Tm] の値の大小により、各テスト画素T2 ~ Tmに対する第1の補間演算回路4aの補間適性を判断することができる。

【0081】

第1の補間演算回路4aにおける処理と同様に、第2の補間演算回路4b~第nの補間演算回路4nもそれぞれ、テスト画素T1 ~ Tmについてテスト補間データTD2 [T1] ~ TD2 [Tm] 、TD3 [T1] ~ TD3 [Tm] 、...、TDn [T1] ~ TDn [Tm] を算出し、判定回路2に出力する。判定回路2は、テスト補間データと入力画像データとから、判定データMD2 [T1] ~ MD2 [Tm] 、MD3 [T1] ~ MD3 [Tm] 、...、MDn [T1] ~ MDn [Tm] をそれぞれ算出する。

【0082】

次に、具体的な例を用いて説明する。ここでは、実施の形態1の図8に示した画素補間回路を用い、図9 (b) に示した入力画像データDIが入力された場合において、しきい値をそれぞれTH1 = 50、TH2 = 100とした場合の処理について説明する。

【0083】

まず、左右平均補間演算回路5はテスト画素T1についてのテスト補間データTD1 [T1] を判定回路2に出力する。判定回路2は、テスト画素T1における左右平均補間演算回路5のテスト補間データTD1 [T1] と、テスト画素T1における入力画像DIのデータDI [T1] との差分の絶対値を算出する。そして、この算出した値をしきい値TH1、TH2を用いて3値化し、3値化した値を判定データM1 [T1] として出力する。図11 (a) にて説明したように、テスト画素T1におけるテスト補間データTD1 [T1] の値は255、入力画像データDI [T1] の濃度データ値は255である。したがって、

$$|TD1 [T1] - DI [T1]| = |255 - 255| = 0$$

となり、

$$0 = |TD1 [T1] - DI [T1]| = 0 < TH1 = 50 \text{ が成立するので、}$$

判定データM1 [T1] = -1

となる。

【0084】

同様に、判定回路2は、左右平均補間演算回路5が出力する、テスト画素T2 ~ T4についてのテスト補間データTD1 [T2] ~ TD1 [T4] と、それぞれのテスト画素に対応する入力画像データDI [T2] ~ DI [T4] との差分の絶対値を算出する。そして、それぞれ算出した値を2つのしきい値TH1、TH2を用いて3値化し、3値化した値を判定データM1 [T2] ~ M1 [T4] として出力する。すなわち、図11 (b) ~ (d) にて説明した各テスト画素のテスト補間データを用いて、各判定データM1 [T2] ~ M1 [T4] を算出する。

【0085】

テスト画素T2におけるテスト補間データTD1 [T2] の値は127.5、入力画像データDI [T2] の濃度データ値は255である。したがって、

$$|TD1 [T2] - DI [T2]| = |127.5 - 255| = 127.5$$

となり、

$$TH2 = 100 \leq |TD1 [T2] - DI [T2]| = 127.5 \text{ が成立するので、}$$

判定データM1 [T2] = 1

となる。

【0086】

テスト画素T3におけるテスト補間データTD3 [T2] の値は127.5、入力画像データDI [T2] の濃度データ値は0である。したがって、

$$|TD1 [T3] - DI [T3]| = |127.5 - 0| = 127.5$$

となり、

$$TH2 = 100 \leq |TD1 [T3] - DI [T3]| = 127.5 \text{ が成立するので、}$$

判定データM1 [T3] = 1
となる。

【0087】

テスト画素T4におけるテスト補間データTD3 [T4] の値は0、入力画像データDI [T2] の濃度データ値は0である。したがって、

$$|TD3 [T4] - DI [T4]| = |0 - 0| = 0$$

となり、

$$0 = |TD3 [T4] - DI [T4]| = 0 < TH1 = 50 が成立するので、$$

判定データM1 [T4] = -1
となる。

【0088】

さらに、判定回路2は、右斜め平均補間演算回路6が算出したテスト補間データTD2 [T1] ~ TD2 [T4] を用いて、判定データM2 [T1] ~ M2 [T4] を算出する。

【0089】

テスト画素T1におけるテスト補間データTD2 [T1] の値は255、入力画像データDI [T1] の濃度データ値は255である。したがって、

$$|TD2 [T1] - DI [T1]| = |255 - 255| = 0$$

となり、

$$0 = |TD2 [T1] - DI [T1]| = 0 < TH1 = 50 が成立するので、$$

判定データM2 [T1] = -1
となる。

【0090】

テスト画素T2におけるテスト補間データTD2 [T2] の値は127.5、入力画像データDI [T2] の濃度データ値は255である。したがって、

$$|TD2 [T2] - DI [T2]| = |127.5 - 255| = 127.5$$

となり、

$$TH2 = 100 \leq |TD2 [T2] - DI [T2]| = 127.5 が成立するので、$$

判定データM2 [T2] = 1
となる。

【0091】

テスト画素T3におけるテスト補間データTD2 [T3] の値は0、入力画像データDI [T3] の濃度データ値は0である。したがって、

$$|TD2 [T3] - DI [T3]| = |0 - 0| = 0$$

となり、

$$0 = |TD2 [T3] - DI [T3]| = 0 < TH1 = 50 が成立するので、$$

判定データM1 [T3] = -1
となる。

【0092】

テスト画素T4におけるテスト補間データTD2 [T4] の値は0、入力画像データDI [T4] の濃度データ値は0である。したがって、

$$|TD2 [T4] - DI [T4]| = |0 - 0| = 0$$

となり、

$$0 = |TD2 [T4] - DI [T4]| = 0 < TH1 = 50 が成立するので、$$

判定データM1 [T4] = -1
となる。

図20は、テスト画素T1 ~ T4における判定データM1、M2の値を示した図である。

【0093】

次に、判定データM1、M2に対する管理回路1の処理について説明する。管理回路1

は、テスト画素T1～T4に対する左右平均補間演算回路5の補間適性を評価するために、テスト画素T1～T4までの判定データM1[T1]～M1[T4]を加算し、評価データS1を算出する。したがって、評価データS1は、

$$\begin{aligned} S1 &= M1[T1] + M1[T2] + M1[T3] + M1[T4] \\ &= (-1) + 1 + 1 + (-1) \\ &= 0 \end{aligned}$$

となる。

【0094】

同様に、管理回路1はテスト画素T1～T4に対する右斜め平均補間演算回路6の補間適性を評価するために、テスト画素T1～T4までの判定データM2[T1]～M2[T4]を加算し、評価データS2を算出する。したがって、評価データS2は、

$$\begin{aligned} S2 &= M2[T1] + M2[T2] + M2[T3] + M2[T4] \\ &= (-1) + 1 + (-1) + (-1) \\ &= -2 \end{aligned}$$

となる。

【0095】

図21は、左右平均補間演算回路5の評価データS1と、右斜め平均補間演算回路6の評価データS2の値を示した図である。

【0096】

評価データの値が小さい補間演算回路ほど、補間画素L近傍のテスト画素全体に対する補間適性が高いので、補間画素Lに対する補間適性も高いと類推できる。したがって、管理回路1は評価データS1とS2の中から最も値の小さいS2を選択し、評価データS2を出力した右斜め平均補間演算回路6を特定する。そして、管理回路1は、右斜め平均補間演算回路6により算出された補間画素Lの補間候補データD2を出力回路3が選択するための選択信号Cを出力する。

【0097】

出力回路3は、選択信号Cに基づいて、右斜め平均補間演算回路6が出力した補間候補データD2=0を補間データD0=0として出力する。

【0098】

図9(a)に示したように、原画像における画素Lの濃度データ値は0である。したがって、補間データD0として左右平均補間演算回路5が出力した補間候補データD1=127.5を採用していた場合よりも、右斜め平均補間演算回路6が算出した補間候補データD2を補間データD0として出力する場合の方が、補間誤差が小さいことが分かる。

【0099】

このように、本実施の形態に係る画素補間回路は、補間誤差の小さい画素補間処理を行うことができると共に、判定データを3値化することにより、判定回路2、管理回路1にて扱うデータ量を大きく削減することができる。

【0100】

なお、本実施の形態では、2つのしきい値を用いて判定データを削減する場合について説明したが、用いるしきい値を1つとし、判定データを2値化することによって、データ量を削減しても良い。また、判定データを量子化することによってデータ量を削減しても良い。

【0101】

また、実施の形態1から3では、図9(a)、図16(a)に示したコピー元の原紙の画像データをコピー機に取り込む際に欠落する画素列L_Lを補間する処理について説明した。しかし、本発明に係る画素補間回路は、当然このような使用方法に限られるものではなく、様々なデジタル画像データの処理に用いられることはいうまでもない。

【0102】

また、補間演算回路部4を構成する補間演算回路として左右平均補間演算回路5、右斜め平均補間演算回路6、左斜め平均補間演算回路7を用いて説明したが、これらの補間演

算回路に限られるものではなく、例えば、最小自乗法を用い補間画素に隣接する画素の回帰直線を求め、その回帰直線から補間データを求める補間演算回路、補間画素に隣接する4画素のデータから4次曲線を求め、その4次曲線から補間データを求める補間演算回路を用いても良い。

【0103】

さらに、ハードウェアやソフトウェアのみによって本発明を構成しても良く、また、ハードウェアとソフトウェアとが混在した状態で本発明を構成しても良い。

【図面の簡単な説明】

【0104】

【図1】実施の形態1における画素補間回路の構成を示すブロック図である。

【図2】実施の形態1における画素補間処理フローを示す図である。

【図3】実施の形態1における補間画素とテスト画素との位置関係を示す図である。

【図4】実施の形態1における判定処理フローを示す図である。

【図5】実施の形態1におけるテスト画素に対する判定データとの対応を示す図である。

【図6】実施の形態1における判定データの評価処理フローを示す図である。

【図7】実施の形態1における補間演算回路と評価データとの対応を示す図である。

【図8】実施の形態1における画素補間回路の構成を示すブロック図である。

【図9】実施の形態1における原画像データと入力画像データを示す図である。

【図10】実施の形態1における補間演算方法を示す図である。

【図11】実施の形態1における左右平均補間演算回路の補間演算方法を示す図である。

【図12】実施の形態1における右斜め平均補間演算回路の補間演算方法を示す図である。

【図13】実施の形態1におけるテスト画素と判定データとの対応を示す図である。

【図14】実施の形態1における評価データを示す図である。

【図15】実施の形態2における画素補間回路の構成を示すブロック図である。

【図16】実施の形態2における原画像データと入力画像データを示す図である。

【図17】実施の形態2における左斜め平均補間演算回路の補間演算方法を示す図である。

【図18】実施の形態2におけるテスト画素と判定データとの対応を示す図である。

【図19】実施の形態2における評価データを示す図である。

【図20】実施の形態3におけるテスト画素と判定データとの対応を示す図である。

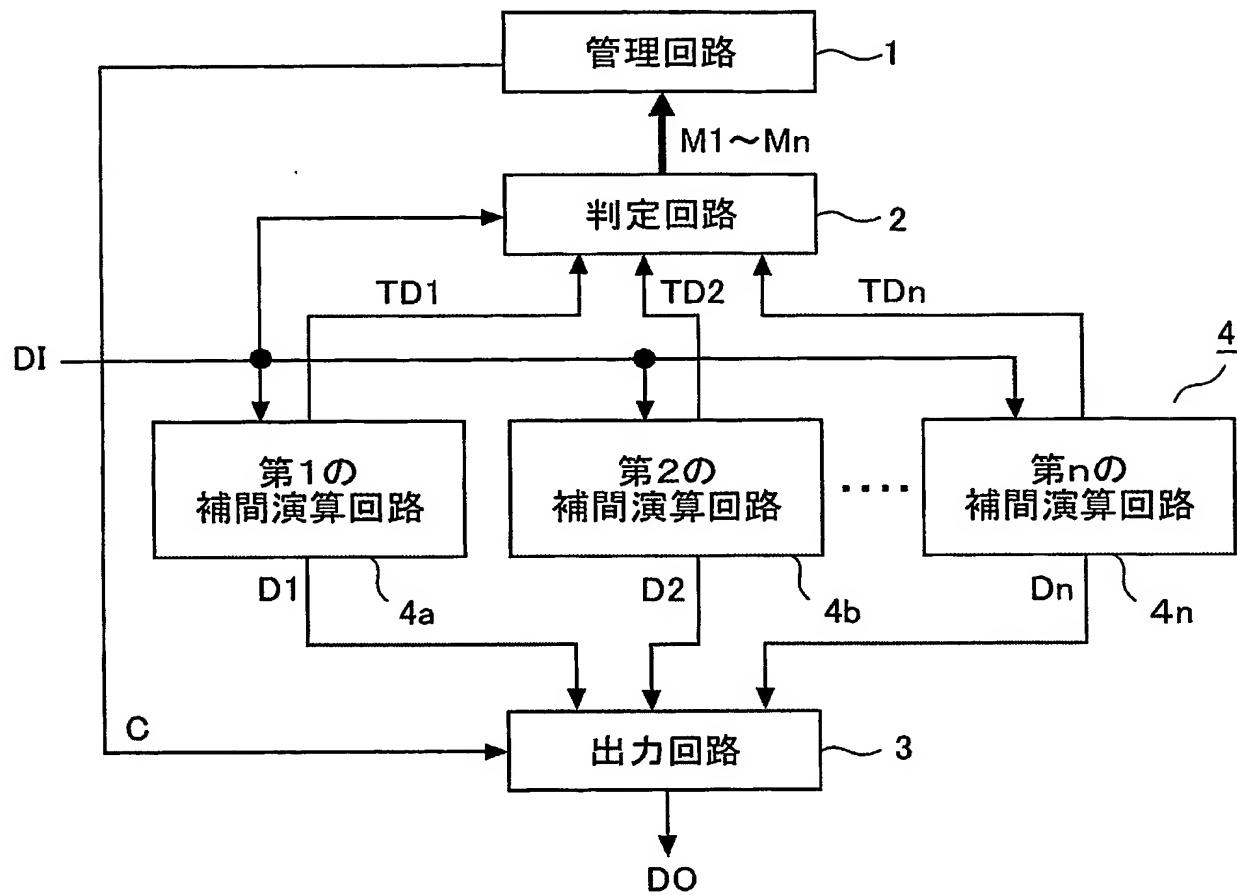
【図21】実施の形態3における評価データを示す図である。

【符号の説明】

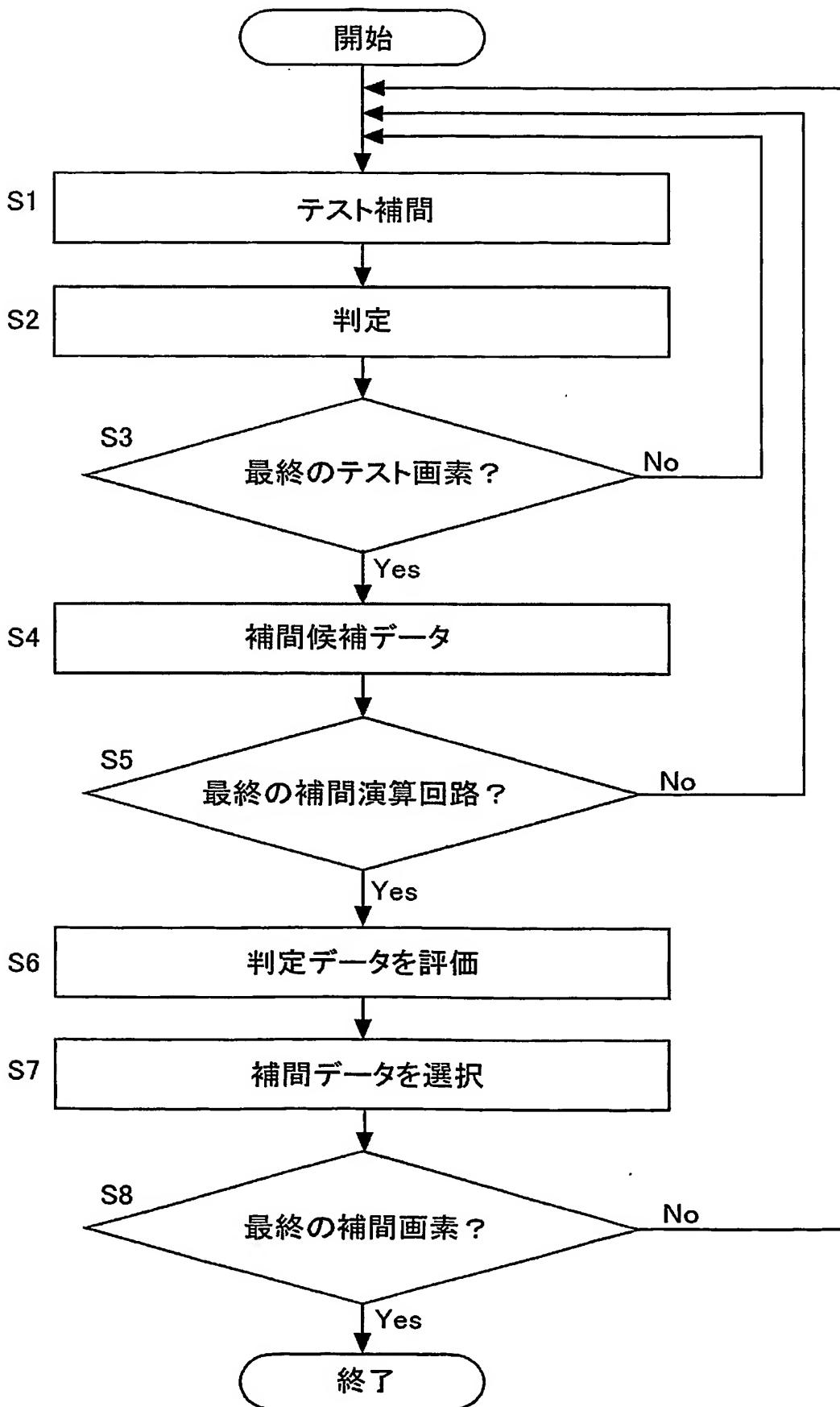
【0105】

1 管理回路、2 判定回路、3 出力回路、4 補間演算回路部、4 a 第1の補間演算回路、4 b 第2の補間演算回路、4 n 第nの補間演算回路、5 左右平均補間演算回路、6 右斜め平均補間演算回路、7 左斜め平均補間演算回路

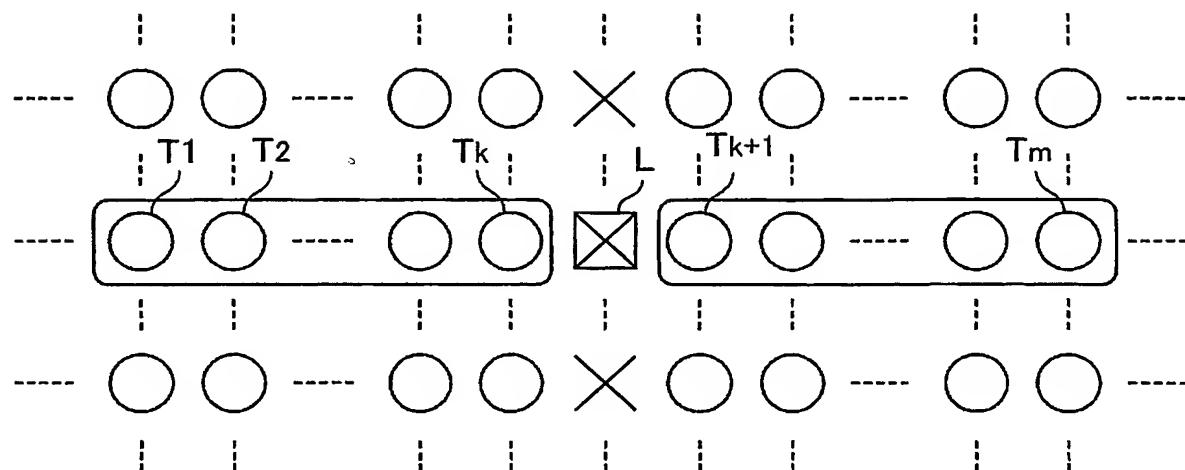
【書類名】 図面
【図 1】



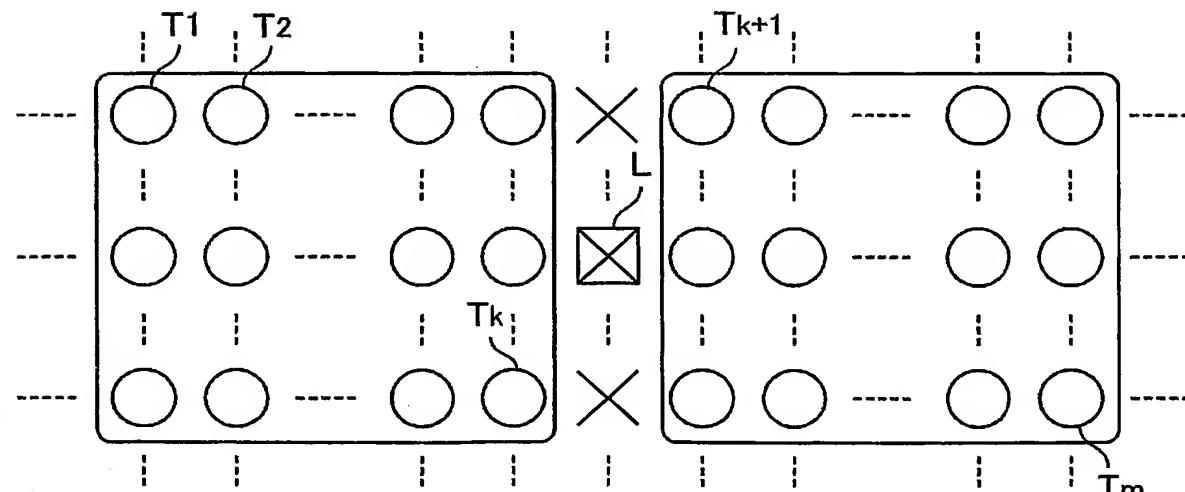
【図2】



【図3】

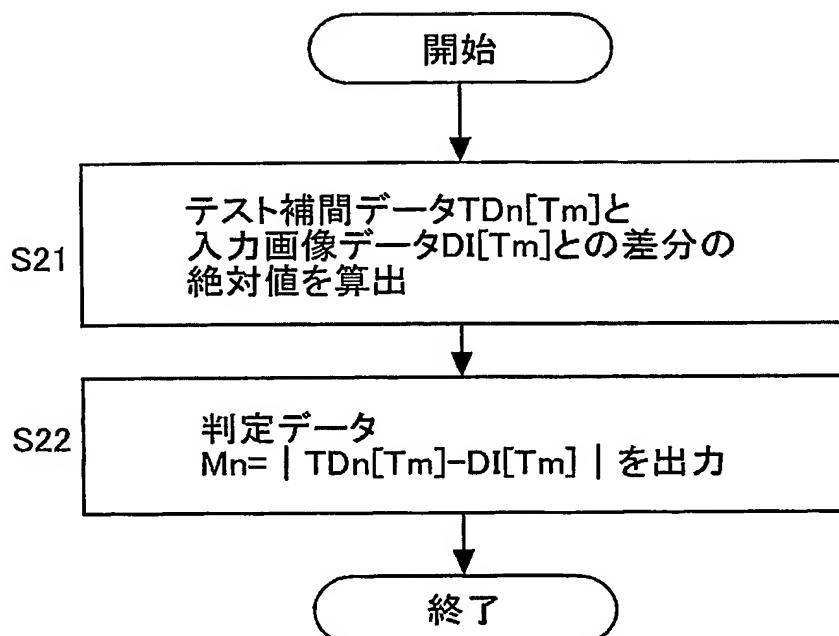


(a)



(b)

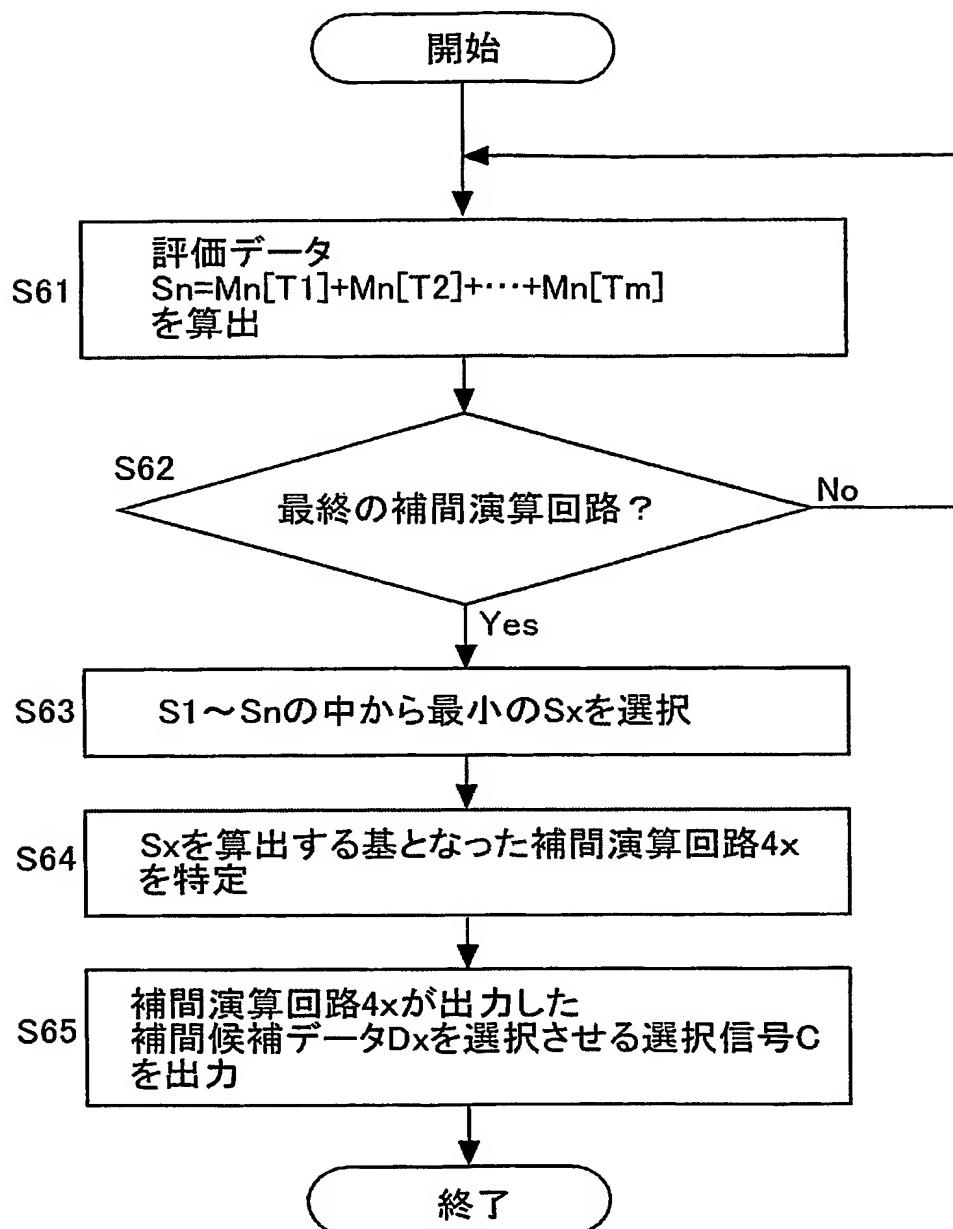
【図4】



【図5】

	T ₁	T ₂	T _m
第1の補間演算回路	M ₁ [T ₁]	M ₁ [T ₂]	M ₁ [T _m]
第2の補間演算回路	M ₂ [T ₁]	M ₂ [T ₂]	M ₂ [T _m]
⋮	⋮	⋮		⋮
第nの補間演算回路	M _n [T ₁]	M _n [T ₂]	M _n [T _m]

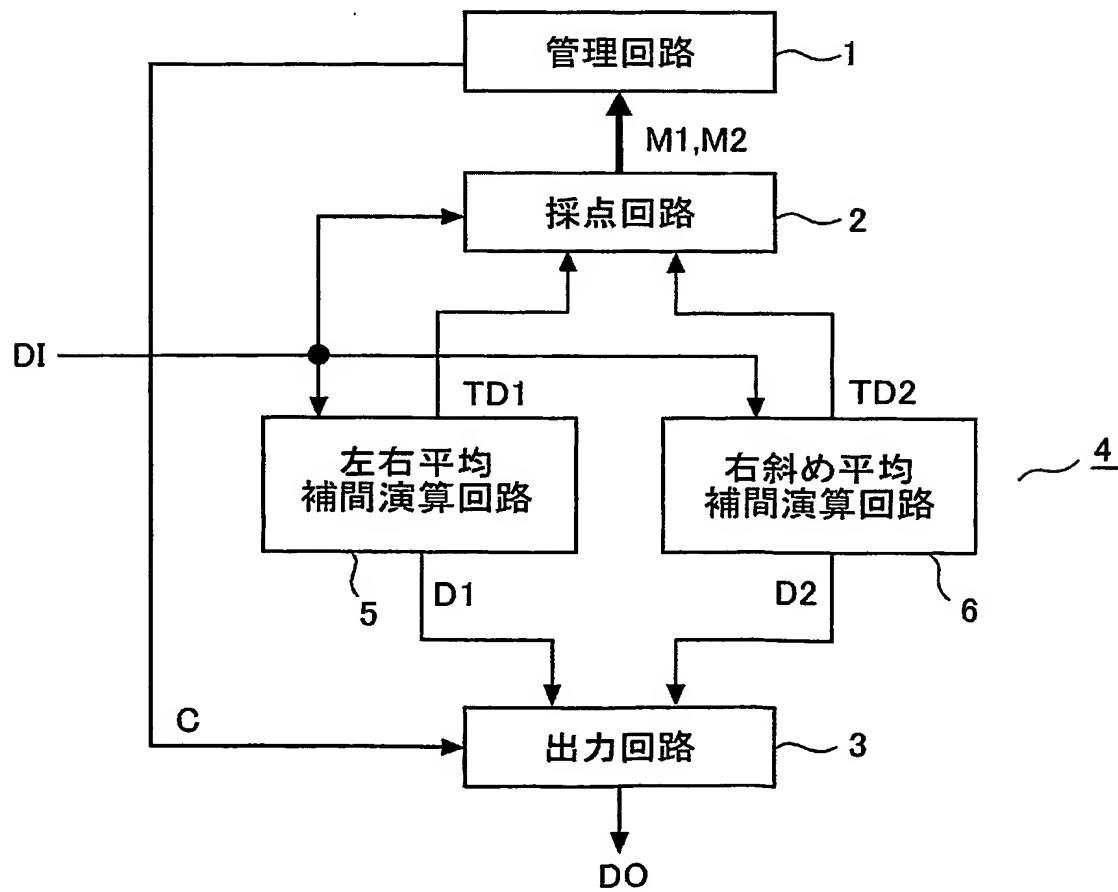
【図6】



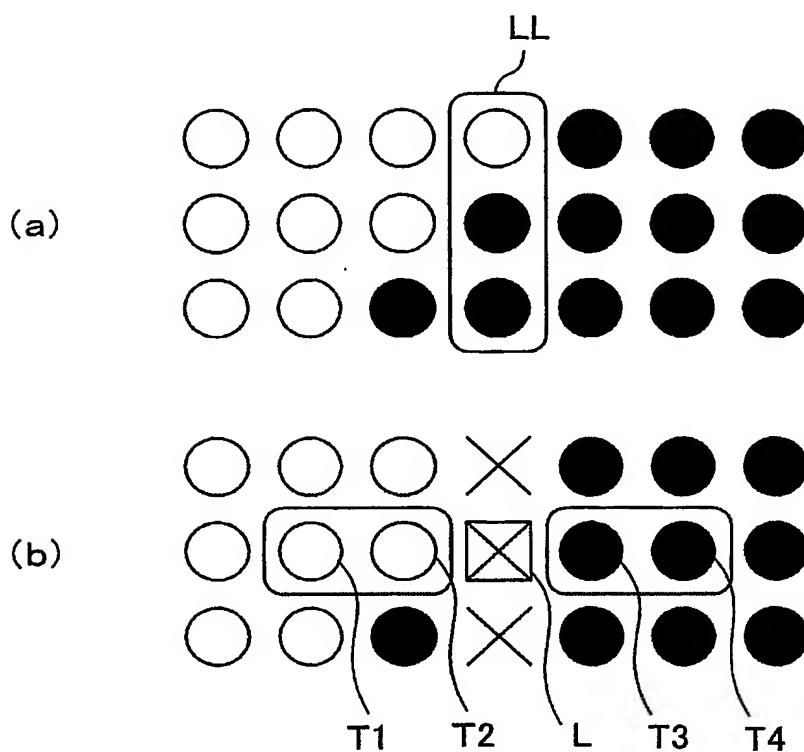
【図 7】

第1の補間演算回路	S1
第2の補間演算回路	S2
⋮	⋮
第nの補間演算回路	Sn

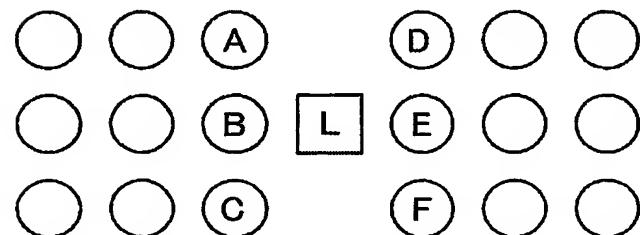
【図 8】



【図 9】

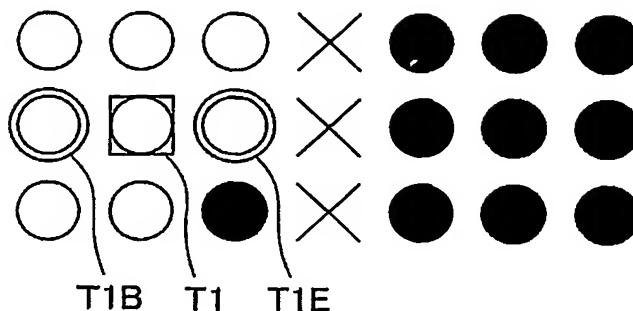


【図 10】

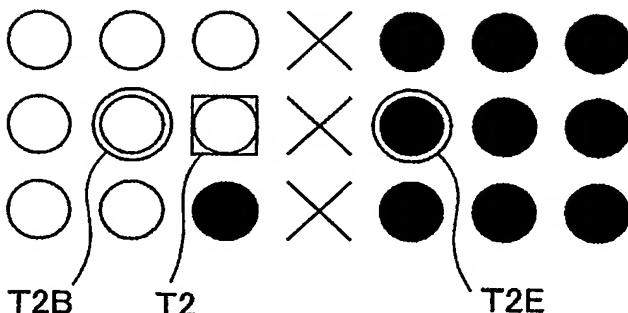


【図11】

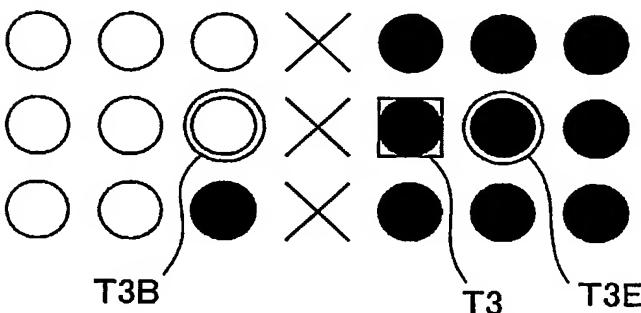
(a)



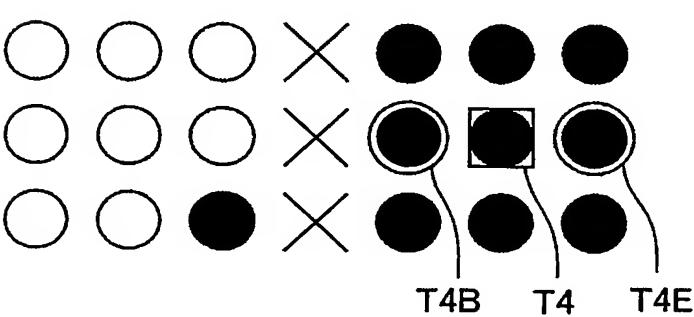
(b)



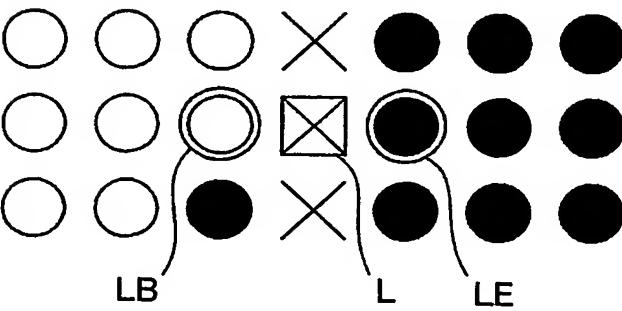
(c)



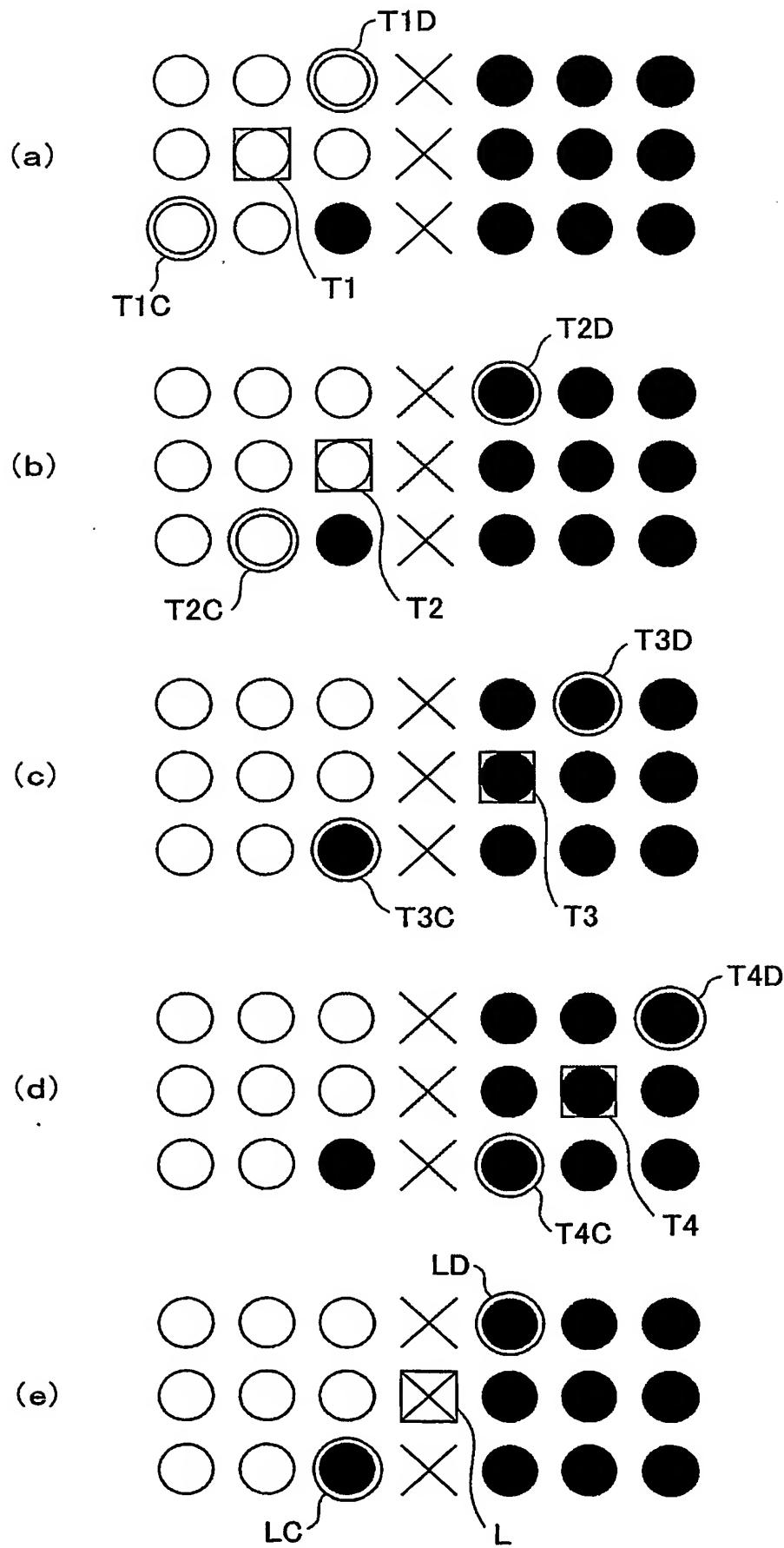
(d)



(e)



【図 1 2】



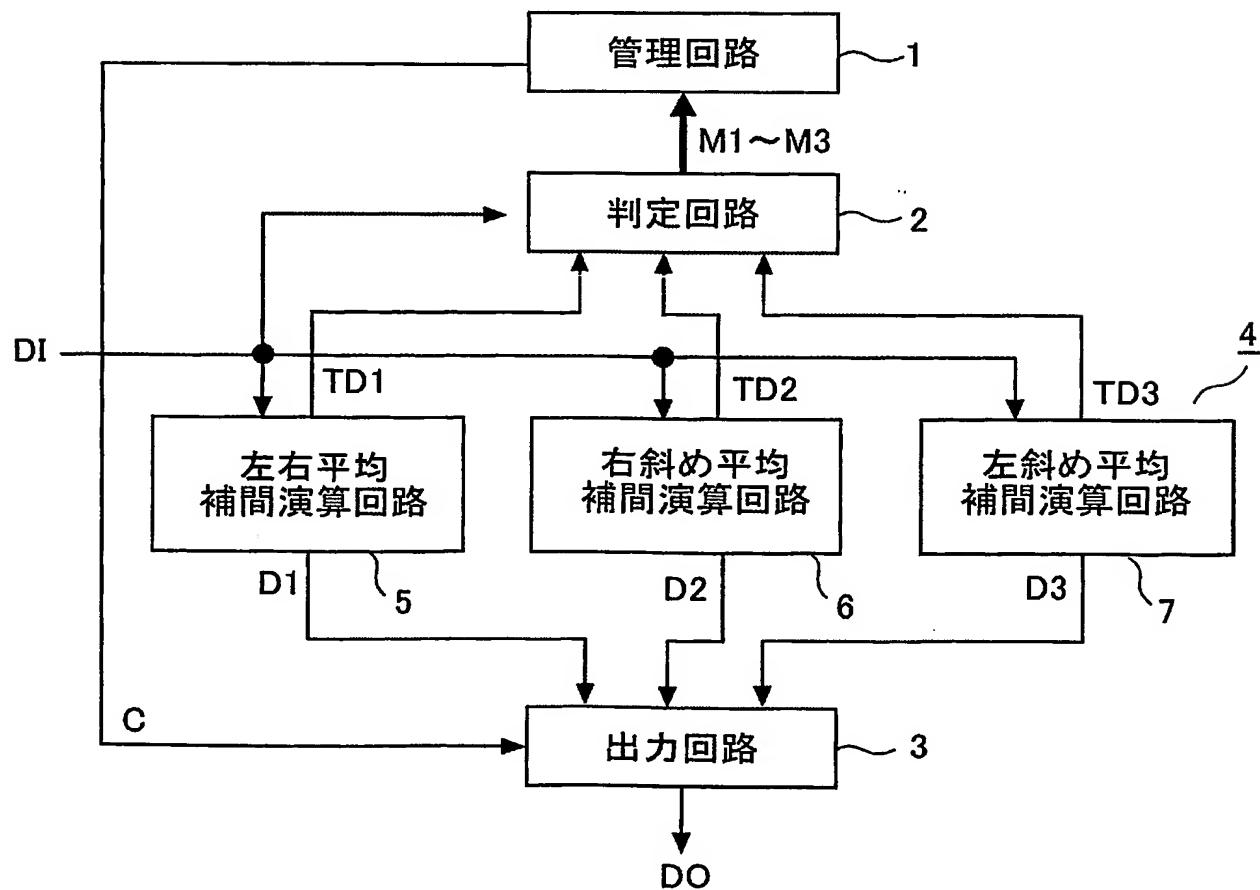
【図13】

	T1	T2	T3	T4
M1	0	127.5	127.5	0
M2	0	127.5	0	0

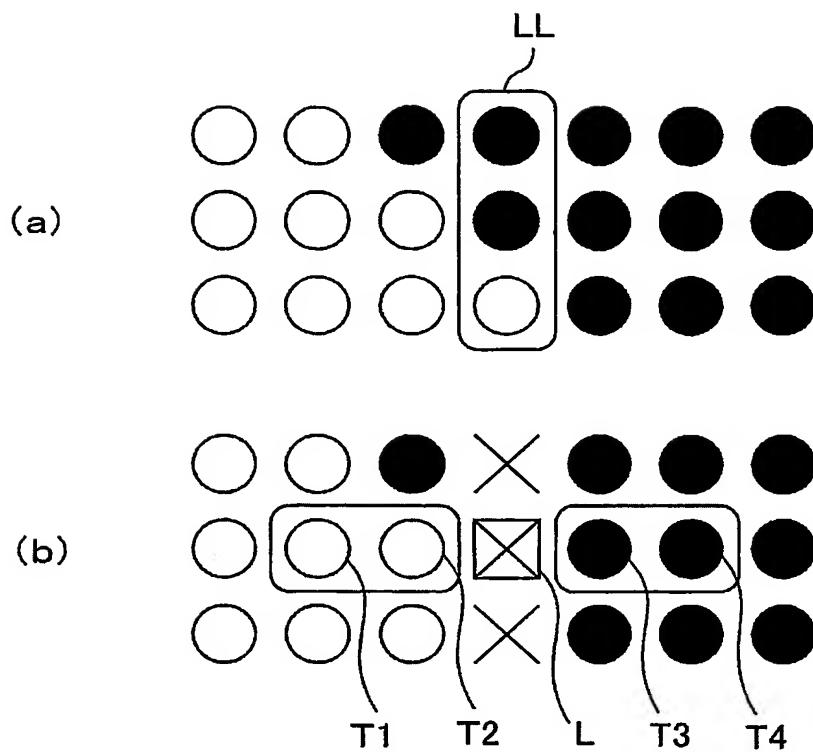
【図14】

S1	255
S2	127.5

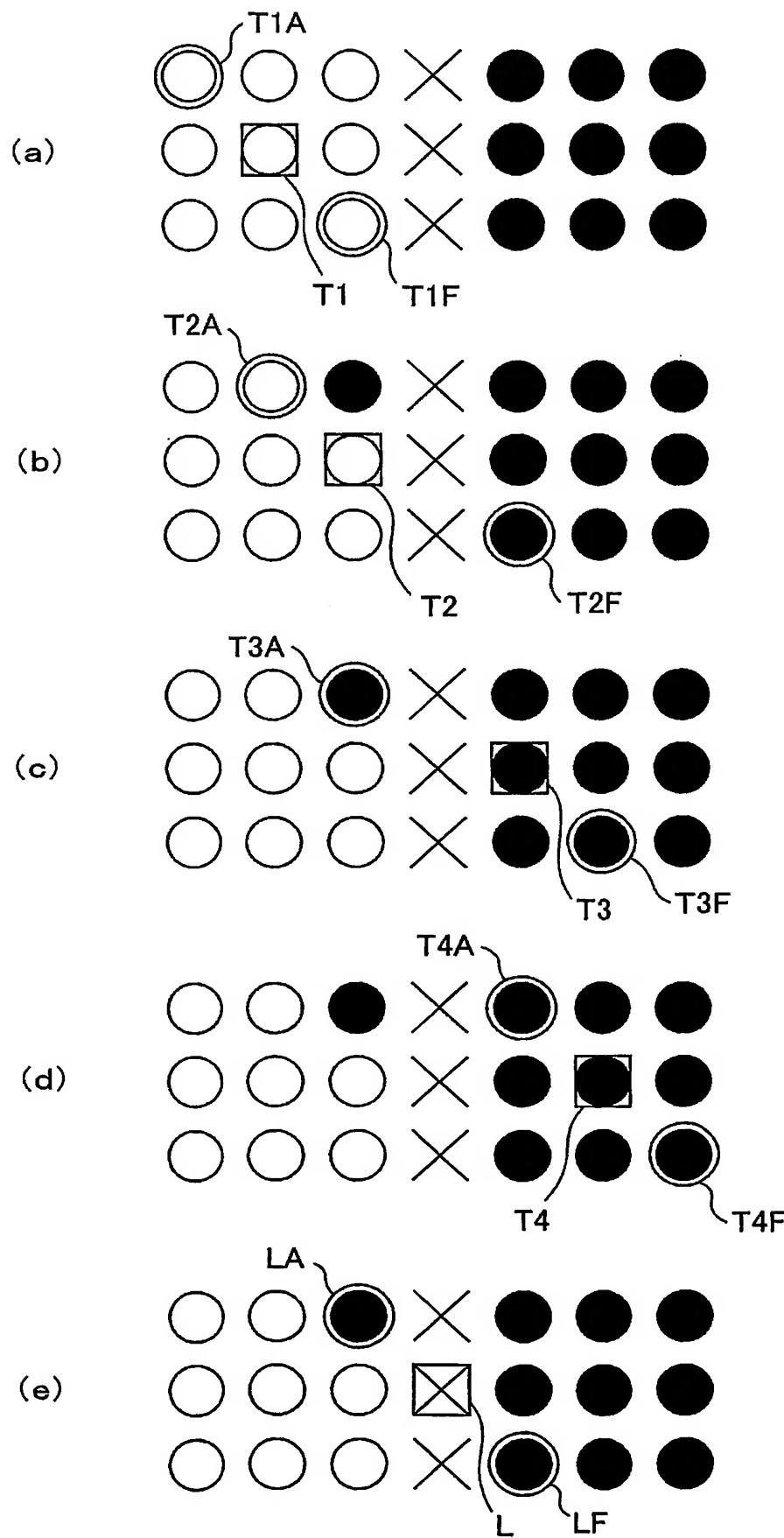
【図15】



【図16】



【図17】



【図 18】

	T1	T2	T3	T4
M1	0	127.5	127.5	0
M2	127.5	127.5	127.5	0
M3	0	127.5	0	0

【図 19】

S1	255
S2	382.5
S3	127.5

【図 20】

	T1	T2	T3	T4
M1	-1	1	1	-1
M2	-1	1	-1	-1

【図 21】

S1	0
S2	-2

【書類名】要約書

【要約】

【課題】 多様な種類の画像内容に対して、誤差の小さな画素補間処理ができる画素補間回路及び画素補間方法を提供する。

【解決手段】 それぞれの補間演算方法に従って、補間画素近傍に実在するテスト画素について算出したテスト補間データと、補間画素について算出した補間候補データとを出力する複数の補間演算回路と、テスト補間データと入力画像データとから複数の補間演算回路の補間適性を評価し、評価に従って、複数の補間演算回路の中から選択された一の補間演算回路が出力した補間候補データを補間データとして出力する。

【選択図】

図 1

特願 2003-347944

出願人履歴情報

識別番号

[000006013]

1. 変更年月日

1990年 8月24日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都千代田区丸の内2丁目2番3号

氏 名

三菱電機株式会社